



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 199 24 400 C 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**G 08 B 17/117**  
G 01 F 15/04  
H 02 P 7/00

⑪ Aktenzeichen: 199 24 400.6-32  
⑫ Anmeldetag: 27. 5. 1999  
⑬ Offenlegungstag: -  
⑭ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25. 1. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

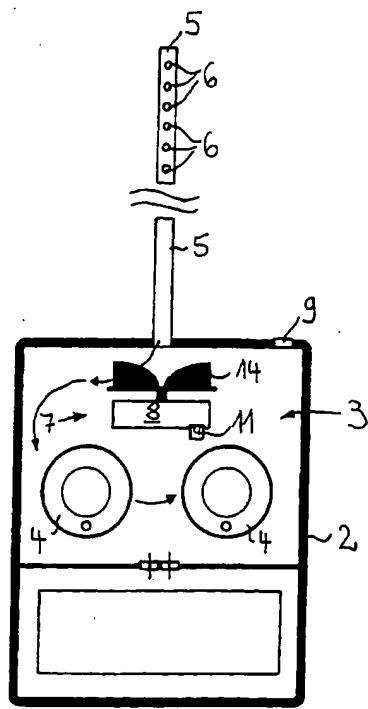
⑬ Patentinhaber:  
Securiton AG, Zollikofen, Bern, CH

⑭ Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwaltssozietät Schmitt,  
Maucher & Börjes-Pestalozza, 79102 Freiburg

⑫ Erfinder:  
Klenk, Friedrich, 79194 Gundelfingen, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 44 28 694 C2  
DE 42 44 633 A1  
DE 38 08 890 A1  
DE 38 55 311 T2

⑯ Brandmelder und Verfahren zur Branddetektion  
Bei einem Verfahren zur Branddetektion wird an mindestens einer Überwachungsstelle eines Raumes eine Luftprobe entnommen und mittels eines einen elektrischen Antriebsmotor (8) aufweisenden Lüfters (7) über einen Strömungskanal (5) einer Meßkammer (3) mit wenigstens einem Branddetektor (4) zugeführt. Der Volumenstrom der dem Branddetektor (4) zugeführten Luft wird indirekt gemessen, indem Messwerte für die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Lüfter-Antriebsmotors (8) ermittelt werden. Aus diesen Meßwerten wird durch Quotientenbildung wenigstens ein Volumenstrommeßwert gebildet und zum überwachen des Volumenstroms mit mindestens einem vorgegebenen Volumenstromgrenzwert verglichen (Fig. 1).



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Branddetektion, bei dem an mindestens einer Überwachungsstelle eine Gasprobe entnommen und mittels eines einen elektrischen Antriebsmotor aufweisenden Lüfters über zumindest einen Strömungskanal einer Meßkammer mit wenigstens einem Branddetektor zugeführt wird, wobei der Volumenstrom des dem Branddetektor zugeführten Gases gemessen und das Volumenstrommeßsignal mit zumindest einem vorgegebenen Volumenstromgrenzwert verglichen wird. Die Erfindung bezieht sich außerdem auf einen Brandmelder mit einer wenigstens einen Branddetektor aufweisenden Meßkammer und mit einem Strömungskanal, der die Meßkammer mit mindestens einer Überwachungsstelle verbindet, wobei der Strömungskanal an der (den) Überwachungsstelle(n) zur Entnahme von Gasproben zumindest eine Gas-Eintrittsöffnung aufweist, wobei für den Transport der Gasproben von der (den) Überwachungsstellen zu dem Branddetektor ein Lüfter mit einem elektrischen Antriebsmotor vorgesehen ist, und wobei zum Messen des Volumenstroms des dem Branddetektor zugeführten Gases eine Volumenstrommeßeinrichtung vorgesehen ist, die mit einer Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des Volumenstrommeßsignales mit zumindest einem vorgegebenen Volumenstromgrenzwert verbunden ist. Dabei wird unter einem Branddetektor ein Detektor zur Erkennung wenigstens einer physikalischen Größe verstanden, die in der Umgebung eines Entstehungsbrandes einer Veränderung unterliegt, wie zum Beispiel ein Rauch- oder Brandgasdetektor, ein Detektor zur Erkennung eines Feststoff- oder Flüssigkeitsanteils der Umgebungsluft und/oder ein Temperatursensor.

Bei einem solchen, aus DE 44 28 694 C2 bereits bekannten Brandmelder ist eine wichtige Voraussetzung für die rechtzeitige Erkennung eines Entstehungsbrandes, das stets eine repräsentative Menge der in dem zur Branddetektion vorgesehenen Raum oder Bereich befindlichen Umgebungsluft durch den Strömungskanal dem Branddetektor zugeführt wird. Verstopfungen an Eintrittsöffnungen des Strömungskanals, die beispielsweise durch in den dem Branddetektor zugeführten Gasproben enthaltene Staubpartikel verursacht sein können, können deshalb ebenso zu einer Fehlfunktion des Brandmelders führen, wie eine Unterbrechung des Strömungskanals. Eine Unterbrechung des Strömungskanals kann beispielsweise auftreten, wenn der Strömungskanal mechanisch beschädigt oder bei Montagearbeiten an benachbart zu dem Strömungskanal befindlichen Einrichtungen versehentlich demontiert wird.

Um derartige Fehler erkennen zu können, wird bei dem vorbekannten Brandmelder der Volumenstrom des dem Branddetektor zugeführten Gases gemessen und mit einem durch einen oberen und einen unteren Volumenstromgrenzwert definierten Volumenstrom-Fenster verglichen. Liegt das Volumenstrommeßsignal außerhalb dieses Fensters, wird eine optische Anzeige sowie ein elektrischer Ausgang, wie z. B. ein Relais oder ein Open-Collector-Ausgang, nach Ablauf einer Verzögerungszeit aktiviert.

Da der Volumenstrom der dem Branddetektor zugeführten Luft von dem Massenstrom und der Dichte der Luft abhängig ist, und diese wiederum eine Funktion des Luftdrucks und der Temperatur ist, weist der vorbekannte Brandmelder einen Luftstrom-, einen Luftdruck- und einen Temperatursensor auf. Dadurch ergibt sich jedoch ein vergleichsweise komplizierter Aufbau. Ungünstig ist vor allem, daß ein Luftdrucksensor mit der zum Erkennen von Verstopfungen oder Querschnittsveränderungen der Eintrittsöffnungen des Strömungskanals erforderlichen Meßgenauigkeit relativ teuer ist und eine einfache Adaptierung am Strömungskanal nicht möglich ist. Die Folge sind entsprechend hohe Herstellungskosten für den Brandmelder.

Außerdem erhöht der im Strömungskanal des Brandmelders angeordnete Drucksensor den Strömungswiderstand in dem Strömungskanal. Da mit dem Lüfter nur vergleichsweise geringe Druck erzeugt werden können, ermöglicht der durch Adaption eines Luftdrucksensors erhöhte Strömungswiderstand des Strömungskanals nur für relativ kleine Strömungskanallängen. Auch kann der Drucksensor Turbulenzen in den zu dem Detektor geförderten Gasproben verursachen, die zur Folge haben können, daß in dem Gas enthaltene Rauchpartikel an der Wandung des Strömungskanals und/oder dem Drucksensor anhaften. Diese Rauchpartikel gelangen dann nicht zu dem Branddetektor, wodurch die Detektionsempfindlichkeit des Brandmelders herabgesetzt wird. Ungünstig ist außerdem, daß der Drucksensor jeweils vor einer Reinigung der Gaseintrittsöffnungen des Strömungskanals mittels Druckluft aus dem Strömungskanal entfernt werden muß, um eine Beschädigung des Drucksensors durch Überdruck zu vermeiden.

Es besteht deshalb die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das auf einfache Weise eine Überwachung der Strömungseigenschaften des Strömungskanals ermöglicht. Außerdem besteht die Aufgabe, einen nach dem Verfahren arbeitenden Brandmelder zu schaffen, der einen einfachen und kostengünstigen Aufbau ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht bezüglich des Verfahrens darin, daß die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Lüfter-Antriebsmotors gemessen werden und daß das Volumenstrommeßsignal indirekt durch Quotientenbildung aus den Meßsignalen für die Leistungsaufnahme und die Drehzahl ermittelt wird.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sowohl die elektrische Leistungsaufnahme als auch die Drehzahl des Lüfter-Antriebsmotors jeweils etwa proportional zur Dichte des Gases, in der Regel Luft, in der Umgebung der Überwachungsstellen ist. Das durch Quotientenbildung aus den Meßsignalen für die Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Lüfter-Antriebsmotors gebildete Volumenstrommeßsignal ist deshalb weitgehend unabhängig von der Dichte des Gases. In vorteilhafter Weise kann dadurch eine aufwendige Gasdruckmessung, wie sie bei herkömmlichen Verfahren zur Kompenstation von Dichteänderungen des Gases durchgeführt wird, entfallen. Bei der Ermittlung des Volumenstrommeßsignales durch Quotientenbildung kann das Meßsignal für die elektrische Leistungsaufnahme entweder im Zähler und das Drehzahl-Meßsignal im Nenner stehen oder es steht das Drehzahlmeßsignal im Zähler und das Meßsignal für die Leistungsaufnahme im Nenner. In dem zuerst genannten Fall ergibt sich dann beispielsweise bei einem Radiallüfter ein zum Volumenstrom des durch den Strömungskanal geförderten Gases in etwa proportionales und in dem anderen Fall ein zum Volumenstrom in etwa umgekehrt proportionales Volumenstrom-Meßsignal.

Aus DE 42 44 633 A1 ist zwar bereits bekannt, daß bei einem Ventilator mit einem elektrischen Antriebsmotor die Leistungsaufnahme des Antriebsmotors eine Funktion der Rotationsgeschwindigkeit und damit des von dem Ventilator geförderten Luft-Volumenstromes ist. Ein indirekte Messung des Volumenstromes durch Quotientenbildung aus Leistungsaufnahme- und die Drehzahl-Meßsignalen wird jedoch in dieser Druckschrift nicht vorgeschlagen.

Die weitgehende Unabhängigkeit des durch den Quotienten aus Leistungsaufnahme und Drehzahl des Antriebsmotors

# DE 199 24 400 C 1

gebildeten Volumenstrom-Meßsignales läßt sich bei Annahme eines konstanten Volumenstromes  $V$  durch Bildung des Verhältnisses aus der strömungstechnischen und der mechanischen Leistung des Lüfters ableiten. Die strömungstechnische Leistung  $P_{st}$  berechnet sich aus der vom Lüfter erzeugten Gasdruckdifferenz  $\Delta p$  und dem Volumenstrom  $V$  im Strömungskanal zu

5

$$P_{st} = \Delta p \cdot v$$

Die Gasdruckdifferenz kann vereinfacht als Parabelfunktion

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} \cdot R \cdot V^2$$

10

beschrieben werden, wobei  $\rho$  die Dichte,  $R$  der Strömungswiderstand des Strömungskanals und  $V$  der Volumenstrom bedeuten. Daraus ergibt sich

$$P_{st} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot R \cdot V^3$$

15

Die mechanische Leistung des Lüfters berechnet sich aus dem Drehmoment  $M$  und der Drehzahl  $n$  des Lüfterrades zu

$$P_{Mech} = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$$

20

Daraus folgt

$$\eta_1 = \frac{P_{st}}{P_{mech}} = \frac{\rho \cdot R \cdot V^3}{M \cdot 4 \cdot \pi \cdot n}, \quad d.h. \quad n = \frac{\rho}{M} \cdot \frac{R \cdot V^3}{4 \cdot \pi}$$

25

Entsprechend ergibt sich durch Bildung des Quotienten aus der strömungstechnischen Leistung  $P_{st}$  und der elektrischen Leistungsaufnahme  $P_{el}$  des Lüfter-Antriebsmotors

30

$$\eta_2 = \frac{P_{st}}{P_{el}} = \frac{\Delta p \cdot V}{P_{el}} = \frac{\rho \cdot R \cdot V^3}{2 \cdot P_{el}}, \quad d.h. \quad P_{el} = \frac{\rho \cdot R \cdot V^3}{2 \cdot \eta_2}$$

35

Das durch Quotientenbildung der Meßsignale für die elektrische Leistungsaufnahme sowie die Drehzahl des Lüftermotors abgeleitete Luftstromsignal ist bezüglich Dichteänderungen des Ansaugmediums unabhängiger, da sich Zähler und Nenner des Quotienten bei Dichteänderungen des Ansaugmediums gleichsinnig verändern. Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl zeitkontinuierlich als auch zeitdiskret, beispielsweise zu periodisch wiederkehrenden Zeitpunkten angewandt werden.

35

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, daß Veränderungen der Meßsignale für die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Antriebsmotors ermittelt werden, daß bei einer gleichsinnigen Veränderung dieser Meßsignale ein eine Dichteänderung des Umgebungsgases repräsentierender Trendwert verändert und das Volumenstrommeßsignal mit dem Trendwert kompensiert und/oder der Volumenstromgrenzwert entsprechend dem Trendwert angepaßt wird. Auf diese Weise kann ein eventuell noch verbleibender Resteinfluß der Dichte des Gases auf das Volumenstrommeßsignal kompensiert werden ohne daß zusätzliche Meßgrößen ermittelt werden müssen. Durch die Berücksichtigung des Dichteinflusses des Gases kann eine noch größere Meßgenauigkeit erreicht werden, wodurch insbesondere bei einem langen Strömungskanal eine Veränderung des freien Querschnitts von Gaseintrittsöffnungen, die weit entfernt von dem Lüfter angeordnet sind, genauer detektiert werden kann.

40

Die vorstehend genannte Aufgabe kann bezüglich des Verfahrens auch dadurch gelöst werden, daß die elektrische Leistungsaufnahme und der zur Drehzahl umgekehrt proportionale Drehzahlkehrwert des Lüfter-Antriebsmotors gemessen werden und daß das Volumenstrommeßsignal indirekt durch Produktbildung aus den Meßsignalen für die Leistungsaufnahme und den Drehzahlkehrwert ermittelt wird.

50

Auch bei dieser Lösung kann eine aufwendige und umständliche Gasdruckmessung zur Kompensation des Dichteinflusses des Gases, das in der Regel Luft ist, entfallen.

Um dennoch einen eventuell verbleibenden Resteinfluß der Dichte des Gases auf das Volumenstrom-Meßignal berücksichtigen zu können, ist es vorteilhaft, wenn Veränderungen der Meßsignale für die elektrische Leistungsaufnahme und den Drehzahlkehrwert des Antriebsmotors ermittelt werden, wenn bei einer gegensinnigen Veränderung dieser Meßsignale ein eine Dichteänderung des Umgebungsgases repräsentierender Trendwert verändert und daß Volumenstrom-Meßsignal mit dem Trendwert kompensiert und/oder der Volumenstrom-Grenzwert entsprechend dem Trendwert angepaßt wird. Dabei wird eine Anpassung des Volumenstrom-Grenzwertes bevorzugt, da diese in der Praxis einfacher durchzuführen ist als eine Kompensation des Volumenstrom-Meßsignals mittels Trendwert. Da sich die Dichte des Gases, das in der Regel Luft ist, aufgrund klimatischer Veränderungen im allgemeinen nur langsam verändert, ist es ausreichend, wenn der Volumenstrom-Grenzwert im Abstand von einigen Stunden an den ermittelten Dichte-Trendwert angepasst wird. Dabei erfolgt die Anpassung des Volumenstrom-Grenzwertes so, daß der Einfluß einer Dichteänderung des Gases beim Vergleich des Volumenstrom-Meßsignals mit dem Volumenstrom-Grenzwert abgeschwächt oder sogar vollständig kompensiert wird.

55

Vorteilhaft ist, wenn für die Betriebstemperatur des elektrischen Antriebsmotors und/oder die Temperatur der entnommenen Gasproben ein Temperatur-Meßsignal ermittelt wird und wenn zur Temperaturkompensation das Volumenstrom-Meßsignal und/oder der Volumenstrom-Grenzwert verändert wird. Durch die Berücksichtigung des Temperatur-Meßsi-

60

65

gnales kann beispielsweise der Einfluß eines von der temperaturabhängigen mechanischen und/oder elektrischen Wirkungsgrades des Lüfters auf das Überwachungsergebnis kompensiert werden, was insbesondere nach dem Einschalten des Lüfters von Vorteil ist, wenn dieser seine volle Betriebstemperatur noch nicht erreicht hat. In vorteilhafter Weise kann aber auch ein eventueller Temperatur-Koeffizient einer zur Leistungs- und/oder Drehzahlmessung verwendeten 5 Meßeinrichtung kompensiert werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Antriebsmotor mit einer einen konstanten Effektivwert aufweisenden elektrischen Spannung, insbesondere einer Gleichspannung betrieben wird und daß die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors indirekt durch Messung des Motorstroms ermittelt wird. Die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors kann dann beispielsweise mittels eines mit dem Antriebsmotor in 10 Reihe geschalteten Shunts und Ausfilterung der Kommutierungswelligkeit auf einfache Weise gemessen werden. Bei einer anderen Ausführungsform des Verfahrens wird der Antriebsmotor mit einem einen konstanten Effektivwert aufweisenden Motorstrom, insbesondere einem Gleichstrom betrieben und die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors wird indirekt durch Messung der Motorspannung und Ausfilterung der Kommutierungswelligkeit ermittelt. Auch auf diese Weise ist eine einfache Messung der elektrischen Leistungsaufnahme möglich.

15 Bezuglich des Brandmelders besteht die Lösung der vorstehend genannten Aufgabe darin, daß die Volumenstrom-Meßeinrichtung eine Leistungsmeßeinrichtung zur Messung der elektrischen Leistungsaufnahme des Antriebsmotors und einen Drehzahlsensor zur Messung der Drehzahl des Antriebsmotors aufweist, und daß die Leistungsmeßeinrichtung und der Drehzahlsensor zum indirekten Ermitteln des Volumenstrommeßsignales mit den Eingängen eines Quotientenbildners verbunden sind. Die Aufgabe kann auch dadurch gelöst werden, daß die Volumenstrommeßeinrichtung eine einen Meßsignalausgang aufweisende Leistungsmeßeinrichtung zur Messung der elektrischen Leistungsaufnahme des Antriebsmotors und einen Drehwinkelsensor mit einem Meßsignalausgang für ein zur Drehzahl des Antriebsmotors umgekehrt proportionales Drehzahlkehrwertsignal aufweist, und daß die Meßsignalausgänge der Leistungsmeßeinrichtung und des Drehwinkelsensors zum indirekten Ermitteln des Volumenstrommeßsignales mit den Eingängen eines Multiplizierglieds verbunden sind.

20 25 Wie bei dem Verfahren bereits erläutert wurde, ergibt sich aufgrund der Quotientenbildung aus den mittels der Leistungs-Meßeinrichtung und dem Drehzahlsensor ermittelten Meßsignalen ebenso wie durch die Produktbildung aus den mittels der Leistungs-Meßeinrichtung und dem Drehwinkelsensor ermittelten Meßsignalen jeweils ein von der Dichte des Umgebungsgases weitgehend unabhängiges Volumenstrom-Meßsignal. Dadurch kann ein zur Kompensation von Gas- oder Luftdruckveränderungen vorgesehener, in dem Strömungskanal angeordneter Drucksensor entfallen. Der 30 Brandmelder weist deshalb einen einfachen Aufbau auf und ist kostengünstig herstellbar. Da der volle Querschnitt des Strömungskanals zum Fördern der Gasproben genutzt werden kann, kann der Brandmelder eine relativ große Strömungskanallänge aufweisen, so daß auch an von dem Branddetektor entfernten Stellen eine Detektion eines Entstehungsbrandes möglich ist. Der Brandmelder kann beispielsweise zur Überwachung von EDV-Räumen, Hochregallagern, 35 schwer zugänglichen Hohlräumen oder Tiefkühleinrichtungen eingesetzt werden. Da ein empfindlicher Drucksensor für die Überwachung des zu dem Branddetektor geförderten Volumenstroms nicht erforderlich ist, ergibt sich ein robuster Brandmelder, der eine einfache Reinigung der Gas-Eintrittsöffnungen des Strömungskanals durch Ausblasen des Strömungskanals mit Druckluft ermöglicht.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des Brandmelders sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

40 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Brandmelders,

Fig. 2 eine graphische Darstellung der Kennlinienscharen eines Strömungskanals und eines Radiallüfters, wobei auf der Abszisse der Volumenstrom in  $10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$  und auf der Ordinate die Druckerzeugung des Lüfters in Pascal aufgetragen ist,

45 Fig. 3 eine graphische Darstellung eines Volumenstrom-Meßsignals, wobei auf der Abszisse die Zeit in Sekunden und auf der Ordinate das Luftstromsignal in Umdrehungen  $\times \text{min}^{-1} \times \text{Watt}^{-1}$  aufgetragen ist

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Luftstromüberwachungseinrichtung,

Fig. 5 eine graphische Darstellung der Verfahrensschritte bei der Überwachung des Volumenstroms des durch den Strömungskanal zu dem Branddetektor geförderten Gases,

50 Fig. 6 eine graphische Darstellung der Verfahrensschritte bei der Ermittlung des die Dichteveränderung der Umgebungsluft repräsentierenden Trendwerts und

Fig. 7 eine Aufsicht auf ein Lüfterrad eines Radiallüfters, wobei die auf die von dem Lüfterrad geförderte Luft einwirkende Corioliskraft  $F_C$ , die Zentrifugalkraft  $F_Z$  und die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Lüfterrades durch Vektorpfeile angegeben sind.

55 Ein im ganzen mit 1 bezeichneter Brandmelder weist eine von einem Gehäuse 2 umgrenzte Meßkammer 3 auf, in der Branddetektoren 4 angeordnet sind. Die Branddetektoren 4 können beispielsweise wenigstens einen Streulichtsensor, einen Durchlichtsensor und/oder einen Gassensor, wie zum Beispiel einen CO- oder CO<sub>2</sub>-Sensor umfassen. Die Meßkammer 3 ist mit einem in Fig. 1 nur teilweise dargestellten Strömungskanal 5 verbunden, der in einem auf einen Entstehungsbrand zu überwachenden Raum angeordnet ist. Der Strömungskanal 5 weist mehrere Luft- bzw. Gas-Eintrittsöffnungen 6 auf, die jeweils an einer Überwachungsstelle des Raumes angeordnet sind. Zum Ansaugen von Raumluft an 60 den Eintrittsöffnungen 6 des Strömungskanals 5 ist in dem Gehäuse 2 des Brandmelders 1 ein Lüfter 7 mit einem eine lastabhängige Drehzahl aufweisenden elektrischen Antriebsmotor 8 angeordnet. Der Lüfter 7 fördert eine ausreichende, repräsentative Luft- bzw. Gasmenge des Überwachungsraumes von den unterschiedlichen Eintrittsöffnungen 6 des Strömungskanals 5 zu den Branddetektoren 4 und von diesen zu einer Austrittsöffnung 9 des Gehäuses 2.

65 Zum Überwachen des Volumenstroms des den Branddetektoren 4 zugeführten Gases weist der Brandmelder 1 eine Überwachungseinrichtung auf, die eine Volumenstrom-Meßeinrichtung für die den Branddetektoren 4 zugeführte Luft oder das den Branddetektoren 4 zugeführte Gas aufweist. Mittels der Überwachungseinrichtung sind Störungen im dem Strömungskanal 5 erkennbar, wie zum Beispiel ein Zuwachsen der Gas-Eintrittsöffnungen 6 oder eine Unterbrechung des Strömungskanals 5. Die Überwachungseinrichtung kann beispielsweise mit einer optischen Störungsanzeige (Fig. 5)

und/oder dem Leitrechner einer Brandmeldezentrale verbunden sein.

Die Volumenstrom-Meßeinrichtung (Fig. 4) weist eine Leistungsmeßeinrichtung 10 zur Messung der elektrischen Leistungsaufnahme des Antriebsmotors 8 und einen Drehzahlsensor 11 zur Messung der Drehzahl des Antriebsmotors 8 auf. Die Leistungsmeßeinrichtung 10 und der Drehzahlsensor 11 sind zum indirekten Ermitteln des Volumenstrom-Meßsignals 12 mit den Eingängen eines durch einen Mikroprozessor 13 gebildeten Quotientenbildners verbunden. Mittels des Quotientenbildners wird das Meßsignal für die Drehzahl des Antriebsmotors 8 dividiert, wodurch ein den Volumenstrom des zu den Branddetektoren 4 geförderten Gases repräsentierendes Volumenstrom-Meßsignal 12 gebildet wird, das weitgehend unabhängig von der Dichte des Gases ist.

Bei einem Radiallüfter ergibt sich dann ein zum Volumenstrom des geförderten Gases umgekehrt proportionales Volumenstrom-Meßsignal 12. Wie in Fig. 7 erkennbar ist, wirken auf die von dem Lüfterrad 14 beschleunigten Gas- bzw. Luftteilchen einerseits die Zentrifugalkraft  $F_z$  und andererseits die dazu rechtwinklig angeordnete Corioliskraft  $F_C$  ein. Die Corioliskraft übt eine Bremswirkung auf das Lüfterrad 14 und die Antriebswelle des Antriebsmotors 8 aus, wodurch sich ein entsprechendes Lastmoment ergibt. Bei einem großen Volumenstrom, der beispielsweise bei einer Unterbrechung des Strömungskanals 5 auftreten kann, durchströmen viele Gasteilchen pro Zeiteinheit das Lüfterrad 14, d. h. die Summe aller Corioliskräfte ist groß und damit auch das auf den Antriebsmotor 8 wirkende Lastmoment. Bei einem kleinen Volumenstrom, wie er beispielsweise beim Verstopfen der Eintrittsöffnungen 6 des Strömungskanals 5 mit Staub auftreten kann, durchströmen wenige Gasteilchen pro Zeiteinheit das Lüfterrad 14, d. h. das Lastmoment für den Antriebsmotor 8 ist klein. Daraus läßt sich ableiten, daß das Lastmoment des von dem Lüfter 7 geförderten Volumenstroms bei konstanter Dichte des Fördermediums etwa proportional ist. Da die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors 8 bei konstantem Wirkungsgrad des Lüfters 7 proportional zum Lastmoment ist und das Meßsignal für die Leistungsaufnahme des Antriebsmotors 8 bei der Ermittlung des Volumenstrom-Meßsignals 12 durch das Drehzahl-Meßsignal dividiert wird, verhält sich das Volumenstrom-Meßsignal 12 etwa umgekehrt proportional zu dem Volumenstrom des von dem Lüfter 7 geförderten Gases, d. h. bei Abnahme des Volumenstroms, z. B. infolge des Zuwachsens der Eintrittsöffnungen 6 des Strömungskanals 5, vergrößert sich das Volumenstrom-Meßsignal 12 und bei einer Zunahme des Volumenstroms, z. B. infolge einer Unterbrechung des Strömungskanals 5, verkleinert sich das Volumenstrom-Meßsignal 12. Der Strömungswiderstand  $R$  des Strömungskanals 5 bewirkt an dem darin geförderten Gas einen von dem Volumenstrom  $V$  des Gases abhängigen Druckverlust  $\Delta p$ . Dieser Druckverlust kann vereinfacht als Parabelfunktion beschrieben werden:

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} \cdot R \cdot V^2,$$

wobei  $\rho$  die Dichte des geförderten Gases bedeutet. Der Lüfter 7 muß obigen Druckverlust erzeugen, um einen gleichmäßigen Volumenstrom im Strömungskanal 5 hervorzurufen, d. h. die Unterdruckerzeugung des Lüfters 7 ist etwa proportional zur Dichte des Gases. Bei Betrachtung der strömungstechnischen Leistung  $P_{st}$  in Bezug zur mechanischen Leistung  $P_{mech}$  kann der Einfluß der Dichte  $\rho$  des Gases auf das durch Quotientenbildung ermittelte Volumenstrom-Meßsignal 12 verifiziert werden. Es gilt

$$\eta_1 = \frac{P_{st}}{P_{mech}} = \frac{\rho \cdot R \cdot V^3}{M \cdot 4 \cdot \pi \cdot n}, \quad d.h. \quad n \approx \rho,$$

wobei  $M$  das Drehmoment des Antriebsmotors 8 bedeutet.

Bei Zunahme der Dichte des Gases steigt die Druckerzeugung des Lüfters 7 und damit auch die Drehzahl des Lüfterrades 14. Entsprechend verringert sich die Drehzahl des Lüfterrades 14 bei der Dichteabnahme des Gases. Die Drehzahl verhält sich somit etwa proportional zu Dichteänderungen des Gases.

$$\eta_2 = \frac{P_{st}}{P_{el}} = \frac{\Delta p \cdot V}{P_{el}} = \frac{\rho \cdot R \cdot V^3}{2 \cdot P_{el}}, \quad d.h. \quad P_{el} \approx \rho$$

Bei Zunahme der Dichte des Gases steigt die elektrische Leistungsaufnahme des Lüfters 7 und bei einer Dichteabnahme des Gases verringert sich die elektrische Leistungsaufnahme des Lüfters 7. Die Leistungsaufnahme des Lüfters 7 verhält sich somit wie die Drehzahl etwa proportional zur Dichte des Gases. Durch die Quotientenbildung aus den Meßsignalen für Drehzahl und Leistungsaufnahme des Antriebsmotors 8 wird erreicht, daß Dichteänderungen des Gases, in der Regel Luft, zumindest teilweise kompensiert werden.

Zum Überwachen des Volumenstroms der von dem Lüfter 7 zu den Branddetektoren 4 geförderten Gasproben ist die Volumenstrom-Meßeinrichtung mit einer als Fensterkomparator ausgebildeten, durch den Mikroprozessor 13 gebildeten Vergleichseinrichtung verbunden. Diese vergleicht das Volumenstrom-Meßsignal 12 mit einem durch einen unteren Volumenstrom-Grenzwert 15a und einen oberen Volumenstromgrenzwert 15b begrenzten Fenster (Fig. 3). Unterschreitet das Volumenstrom-Meßsignal 12 zumindest für eine vorgegebene Zeitdauer den unteren Volumenstrom-Grenzwert 15a, wird eine Anzeige sowie ein Ausgang eines Relais oder eines Open Collectors für eine Unterbrechung des Strömungskanals 5 aktiviert. In Fig. 3 ist die Verzögerungszeit durch den Doppelpfeil 16a und die Dauer, während der eine Unterbrechung des Strömungskanals 5 erkannt wird, durch den Doppelpfeil 17a markiert. Überschreitet das Volumenstrom-Meßsignal 12 für eine vorgegebene Zeitdauer den oberen Volumenstrom-Grenzwert 15b, wird eine Anzeige für eine Verstopfung einer Eintrittsöffnung 6 des Strömungskanals 5 aktiviert. In Fig. 3 ist die Verzögerungszeit durch den Doppelpfeil 16b und die Dauer, während der die Verstopfung erkannt wird, durch den Doppelpfeil 17b markiert. Somit können sowohl eine Unterbrechung des Strömungskanals 5, als auch eine Verstopfung einer Eintrittsöffnung 6 auf einfache Weise detektiert werden.

Zur Kompensation eines eventuell noch verbleibenden Resteinflusses der Dichte des Gases auf das durch den Quotien-

ten aus den Meßsignalen für Leistungsaufnahme und Drehzahl gebildete Volumenstrom-Meßsignal 12 werden Veränderungen der Meßsignale für die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Antriebsmotors 8 ermittelt. Wie aus Fig. 6 erkennbar ist, wird bei einer gleichsinnigen Veränderung dieser Meßsignale ein eine Dichteänderung der Umgebungsluft bzw. des Umgebungsgases repräsentierender Trendwert verändert und die Volumenstrom-Grenzwerte 15a, 15b werden entsprechend verschoben. Die Ermittlung des Dichte-Trendwertes erfolgt mit Hilfe einer in einem mit dem Mikroprozessor 13 verbundenen Datenspeicher abgelegten Tabelle, die eine Vielzahl von Wertekombinationen aufweist, die jeweils aus Werten für die Druckveränderung, den Drehzahlunterschied und den Dichtetrend bestehen. Der anhand der Tabelle aus der Druck- und der Drehzahlveränderung ermittelte Dichte-Trendwert wird jeweils zu dem Zählerstand eines Dichte-Trendzählers 18 hinzugezählt. Der Dichte-Trendzähler 18 wird bei der Inbetriebnahme des Brandmelders 1 initialisiert und auf einen definierten Wert zurückgesetzt. In bestimmten Zeitabständen, die zum Beispiel einige Stunden betragen können, wird der Zählerstand des Dichte-Trendzählers 18 ausgelesen und die Volumenstrom-Grenzwerte 15a, 15b werden entsprechend dem Zählerstand angepaßt.

In Fig. 2 ist erkennbar, daß sich der Arbeitspunkt 19 des Lüfters 7 bei einer gleichsinnigen Veränderung der Meßsignale für die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Antriebsmotors 8 auf der Kennlinie 20 des Strömungskanals 5 verschiebt. In Fig. 2 sind zur Verdeutlichung noch zwei weitere Kennlinien 20', 20" des Strömungskanals 5 eingetragen, von denen die Kennlinie 20' bei einer Verstopfung der Gas-Eintrittsöffnungen 6 und die Kennlinie 20" bei einer Unterbrechung des Strömungskanals 5 gemessen wurde.

Bei einer gegensinnigen Änderung der Meßsignale für die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Antriebsmotors 8 verschiebt sich der Arbeitspunkt 19 auf der der jeweiligen Dichte der Luft zugeordneten Kennlinie 21, 21', 21" des Lüfters 7. Der Arbeitspunkt 19 markiert den Schnittpunkt von Lüfter- und Strömungskanal-Kennlinie bei Inbetriebnahme des Brandmelders 1.

Wie aus Fig. 1 erkennbar ist, ist zur Erfassung der Motortemperatur ein Temperatursensor 22 mit dem elektrischen Antriebsmotor 8 wärmeleitend verbunden. Der Temperatursensor 22 ist Teil einer Einrichtung zur Temperaturkompensation (Fig. 5) des Volumenstrom-Meßsignals 12, deren Meßsignaleingang mit der Volumenstrom-Meßeinrichtung verbunden ist und deren Ausgang an der Vergleichseinrichtung angeschlossen ist. Mittels der Einrichtung zur Temperaturkompensation kann beispielsweise der Einfluß eines von der Betriebstemperatur des Antriebsmotors 8 abhängiger elektrischer und/oder mechanischer Wirkungsgrad des Antriebsmotors 8 und/oder der Temperaturkoeffizient elektronischer Bauelemente des Brandmelders 1 ausgeglichen werden.

In Fig. 4 ist erkennbar, daß die Leistungsmßeinrichtung 10 eine Motorstrom-Meßeinrichtung 23 mit einem mit dem Antriebsmotor 8 in Reihe geschalteten Shunt 24 und eine Motorspannungs-Meßeinrichtung 25 aufweist. Diese sind jeweils mit einem Analog-Eingang eines Analog-Digital-Konverters verbunden, dessen Digitalausgang zur Bildung des der Motorleistung entsprechenden Produkts aus den Meßwerten für Motorspannung und Motorstrom an dem Mikroprozessor 13 angeschlossen ist. In Fig. 4 ist außerdem erkennbar, daß der Mikroprozessor 13 mit dem Steuereingang einer Motoranlaufsteuerung 27 verbunden ist. Die Motoranlaufsteuerung 27 dient zur Begrenzung der Stromaufnahme im Einschaltzeitpunkt des Brandmelders 1.

Zur Messung des zur Drehzahl des Antriebsmotors 8 umgekehrt proportionalen Zeitabstands aufeinanderfolgender Impulse eines Drehwinkelsensors ist dem Mikroprozessor 13 ein Timer 28 zugeordnet, der mit dem Meßsignalausgang eines einem am Antriebsmotor 8 befindlichen Drehwinkelsensors verbunden ist.

Die Meßsignalausgänge der Motorstrom-Meßeinrichtung 23, der Motorspannungs-Meßeinrichtung 25, des Drehzahl-sensors 11 und des Temperatursensors 22 sind jeweils zur Filterung ihrer Meßsignale mit dem Eingang eines Tiefpaßfilters verbunden. Dadurch werden in den Meßsignalen enthaltene Störanteile, die beispielsweise durch die Kommutierung der Motorwicklungen des Antriebsmotors 8 und/oder durch das Gebläse einer benachbart zu dem Brandmelder 1 angeordneten Belüftungseinrichtung verursachten periodischen Luftdruckschwankungen hervorgerufen sein können, aus den Meßsignalen herausgefiltert.

Bei dem Verfahren zur Branddetektion wird also an mindestens einer Überwachungsstelle eines Raumes eine Luftprobe entnommen und mittels eines einen elektrischen Antriebsmotor 8 aufweisenden Lüfters 7 über einen Strömungskanal 5 einer Meßkammer 3 mit wenigstens einem Branddetektor 4 zugeführt. Der Volumenstrom der dem Branddetektor 4 zugeführten Luft wird indirekt gemessen, indem Messwerte für die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Lüfter-Antriebsmotors 8 ermittelt werden. Aus diesen Meßwerten wird durch Quotientenbildung wenigstens ein Volumenstrommeßwert gebildet und zum Überwachen des Volumenstroms mit mindestens einem vorgegebenen Volumenstromgrenzwert 15a, 15b verglichen.

## Patentansprüche

- 55 1. Verfahren zur Branddetektion, wobei an mindestens einer Überwachungsstelle eine Gasprobe entnommen und mittels eines einen elektrischen Antriebsmotor (8) aufweisenden Lüfters (7) über zumindest einen Strömungskanal (5) einer Meßkammer (3) mit wenigstens einem Branddetektor (4) zugeführt wird, wobei der Volumenstrom des dem Branddetektor (4) zugeführten Gases gemessen und das Volumenstrommeßsignal (12) mit zumindest einem vorgegebenen Volumenstromgrenzwert (15a, 15b) verglichen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Lüfter-Antriebsmotors (8) gemessen werden und daß das Volumenstrommeßsignal (12) indirekt durch Quotientenbildung aus den Meßsignalen für die Leistungsaufnahme und die Drehzahl ermittelt wird.
- 60 2. Verfahren Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Veränderungen der Meßsignale für die elektrische Leistungsaufnahme und die Drehzahl des Antriebsmotors (8) ermittelt werden, daß bei einer gleichsinnigen Veränderung dieser Meßsignale ein eine Dichteänderung des Umgebungsgases repräsentierender Trendwert verändert und das Volumenstrom-Meßsignal (12) mit dem Trendwert kompensiert und/oder der Volumenstromgrenzwert (15a, 15b) entsprechend dem Trendwert angepaßt wird.
- 65 3. Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Leistungsauf-

# DE 199 24 400 C 1

nahme und der zur Drehzahl umgekehrt proportionale Drehzahlkehrwert des Lüfter-Antriebsmotors (8) gemessen werden und daß das Volumenstrom-Meßsignal (12) indirekt durch Produktbildung aus den Meßsignalen für die Leistungsaufnahme und den Drehzahlkehrwert ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß Veränderungen der Meßsignale für die elektrische Leistungsaufnahme und den Drehzahlkehrwert des Antriebsmotors (8) ermittelt werden, daß bei einer gegensinnigen Veränderung dieser Meßsignale ein eine Dichteänderung des Umgebungsgases repräsentierender Trendwert verändert und das Volumenstrom-Meßsignal (12) mit dem Trendwert kompensiert und/oder wenigstens ein Volumenstromgrenzwert (15a, 15b) entsprechend dem Trendwert angepaßt wird. 5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Betriebstemperatur des elektrischen Antriebsmotors und/oder die Temperatur der entnommenen Gasproben ein Temperaturmeßsignal ermittelt wird und zur Temperaturkompensation das Volumenstrom-Meßsignal (12) und/oder wenigstens ein Volumenstromgrenzwert (15a, 15b) verändert wird. 10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (8) mit einer einen konstanten Effektivwert aufweisenden elektrischen Spannung, insbesondere einer Gleichspannung betrieben wird und daß die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors indirekt durch Messung des Motorstroms ermittelt wird. 15

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (8) mit einer einen konstanten Effektivwert aufweisenden Motorstrom, insbesondere einem Gleichstrom betrieben wird und daß die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors indirekt durch Messung der Motorspannung ermittelt wird. 20

8. Brandmelder (1), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einer wenigstens einen Branddetektor (4) aufweisenden Meßkammer (3) und mit einem Strömungskanal (5), der die Meßkammer (3) mit mindestens einer Überwachungsstelle verbindet, wobei der Strömungskanal (5) an der (den) Überwachungsstelle(n) zur Entnahme von Gasproben zumindest eine Gas-Eintrittsöffnung (6) aufweist, wobei für den Transport der Gasproben von der (den) Überwachungsstellen zu dem Branddetektor (4) ein Lüfter (7) mit einem elektrischen Antriebsmotor (8) vorgesehen ist, und wobei zum Messen des Volumenstroms der dem Branddetektor (4) zugeführten Gases eine Volumenstrommeßeinrichtung vorgesehen ist, die mit einer Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des Volumenstrom-Meßsignals (12) mit zumindest einem vorgegebenen Volumenstromgrenzwert (15a, 15b) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumenstrommeßeinrichtung eine Leistungsmeßeinrichtung (10) zur Messung der elektrischen Leistungsaufnahme des Antriebsmotors (8) und einen Drehzahlsensor (11) zur Messung der Drehzahl des Antriebsmotors (8) aufweist, und daß die Leistungsmeßeinrichtung (10) und der Drehzahlsensor (11) zum indirekten Ermitteln des Volumenstrom-Meßsignals (12) mit den Eingängen eines Quotientenbildners verbunden sind. 25

9. Brandmelder nach dem Oberbegriff von Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumenstrommeßeinrichtung eine einen Meßsignalausgang aufweisende Leistungsmeßeinrichtung (10) zur Messung der elektrischen Leistungsaufnahme des Antriebsmotors (8) und einen Drehwinkelsensor mit einem Meßsignalausgang für ein zur Drehzahl des Antriebsmotors umgekehrt proportionales Drehzahlkehrwertsignal aufweist, und daß die Meßsignalausgänge der Leistungsmeßeinrichtung und des Drehwinkelsensors zum indirekten Ermitteln des Volumenstrom-Meßsignals (12) mit den Eingängen eines Multiplizierglieds verbunden sind. 35

10. Brandmelder nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Temperatursensor (22) zur Messung der Betriebstemperatur des elektrischen Antriebsmotors (8) und/oder der Temperatur der Gasproben vorgesehen ist, und daß der Temperatursensor (22) Teil einer Einrichtung zur Temperaturkompensation des Volumenstrom-Meßsignals (12) und/oder zur Temperaturanpassung des Volumenstromgrenzwertes (15a, 15b) ist. 40

11. Brandmelder nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (8) mit einer einen konstanten Spannungs-Effektivwert aufweisenden elektrischen Betriebsspannungsquelle, insbesondere einer Konstantspannungsquelle verbunden ist, und daß die Leistungsmeßeinrichtung eine elektrische Motorstrom-Meßeinrichtung (23) aufweist. 45

12. Brandmelder nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (8) mit einer einen konstanten Strom-Effektivwert aufweisenden elektrischen Stromquelle, insbesondere einer Konstantstromquelle verbunden ist und daß die Leistungsmeßeinrichtung eine elektrische Spannungs-Meßeinrichtung (25) aufweist. 50

13. Brandmelder nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsmeßeinrichtung (10), der Temperatursensor (22), der Drehzahlsensor (11) und/oder der Drehwinkelsensor zur Filterung eines dem Antriebsmotor zugordneten Meßsignals mit einem Tiefpaßfilter verbunden sind. 55

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

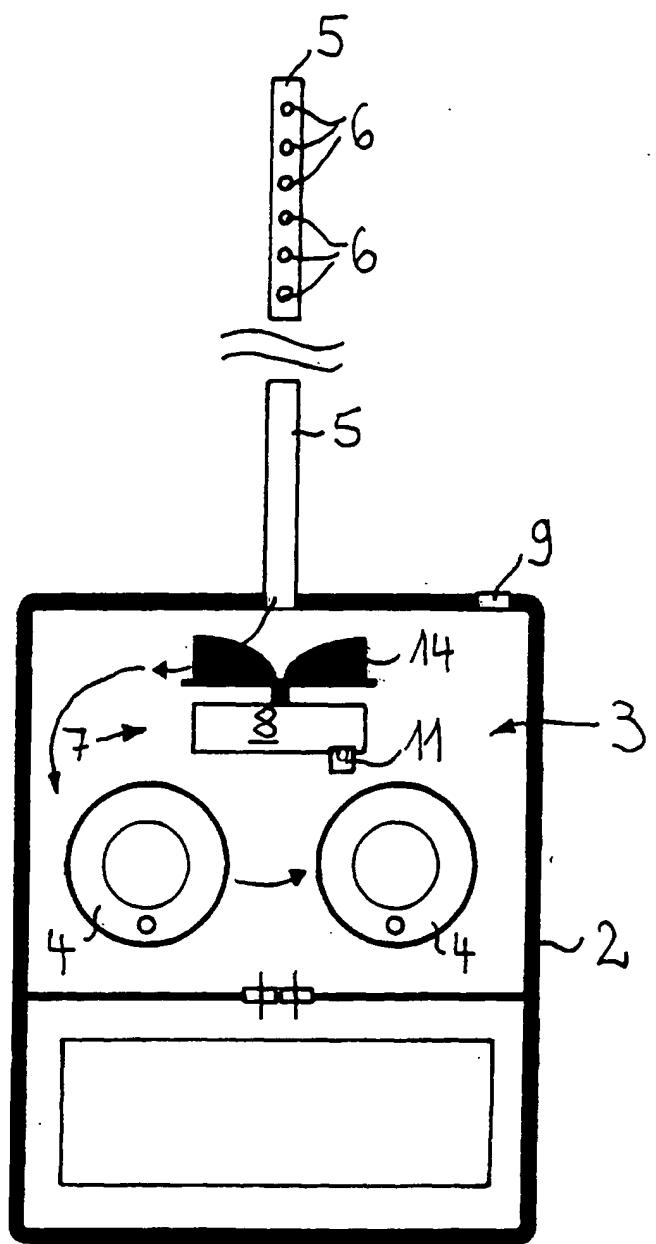


Fig. 1



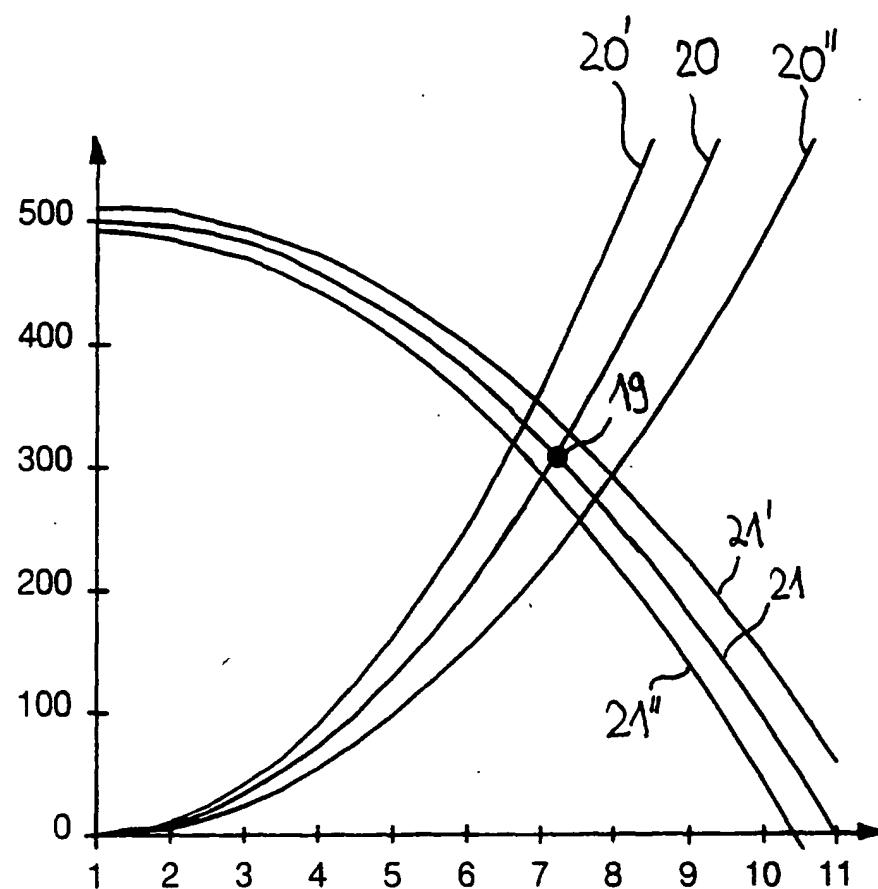


Fig. 2

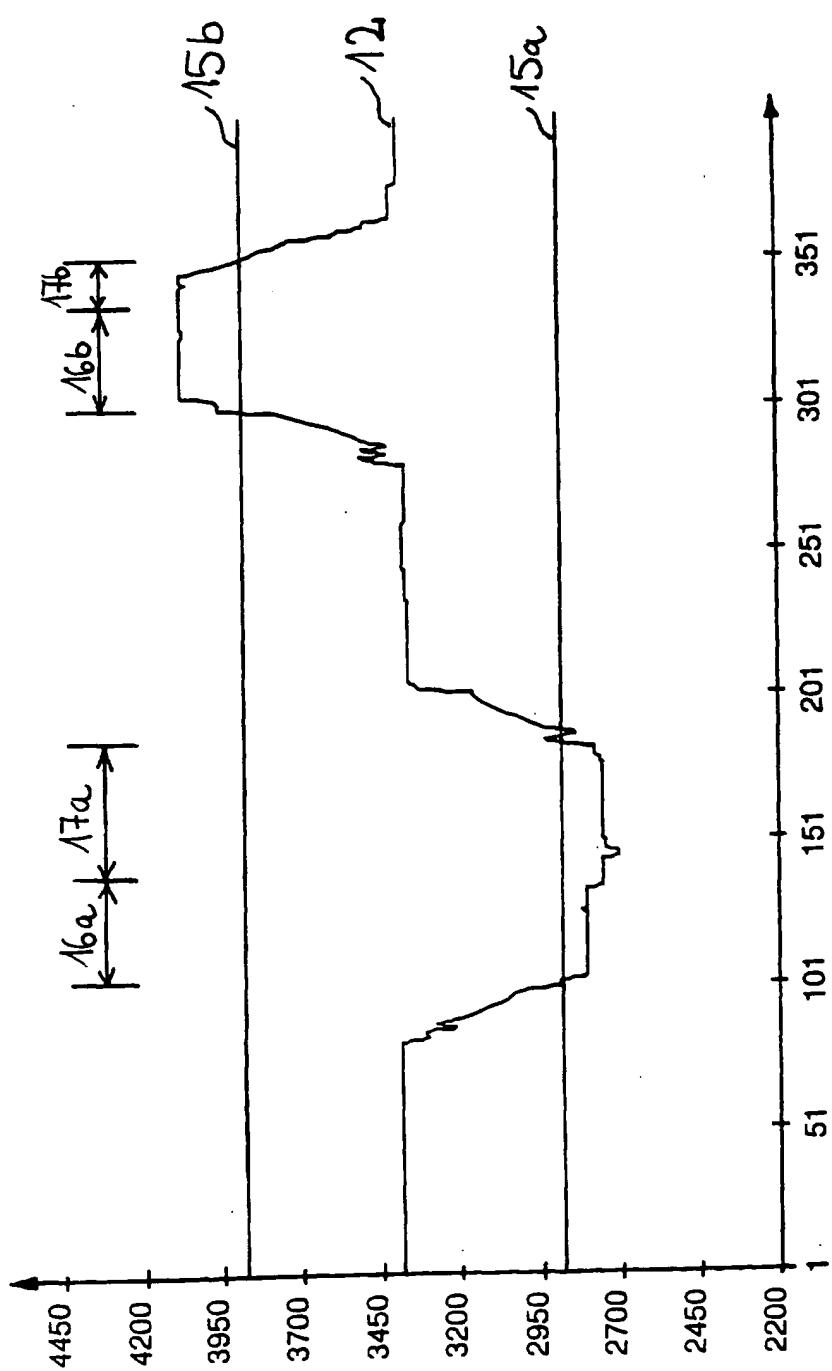


Fig. 3

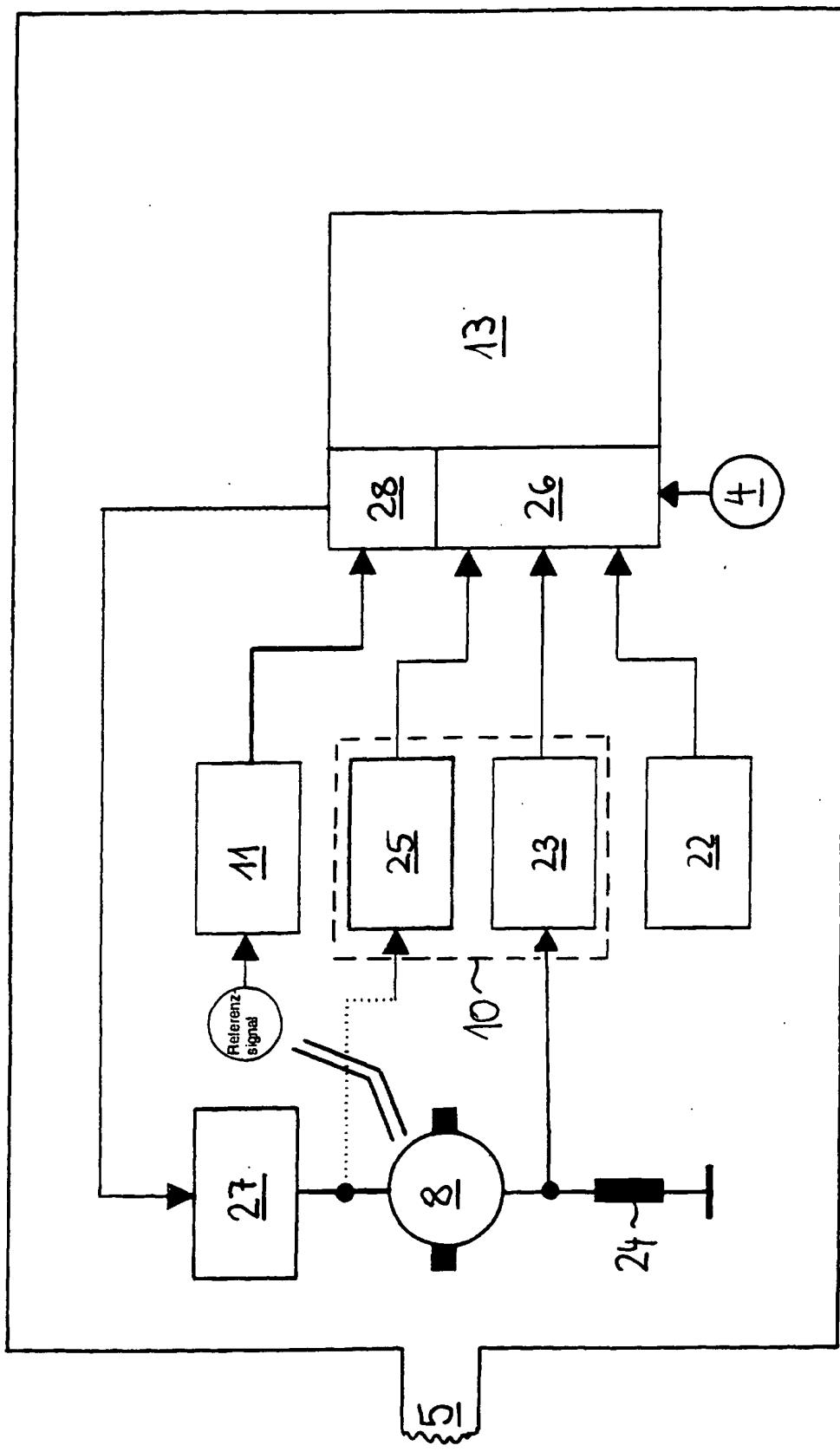


Fig. 4

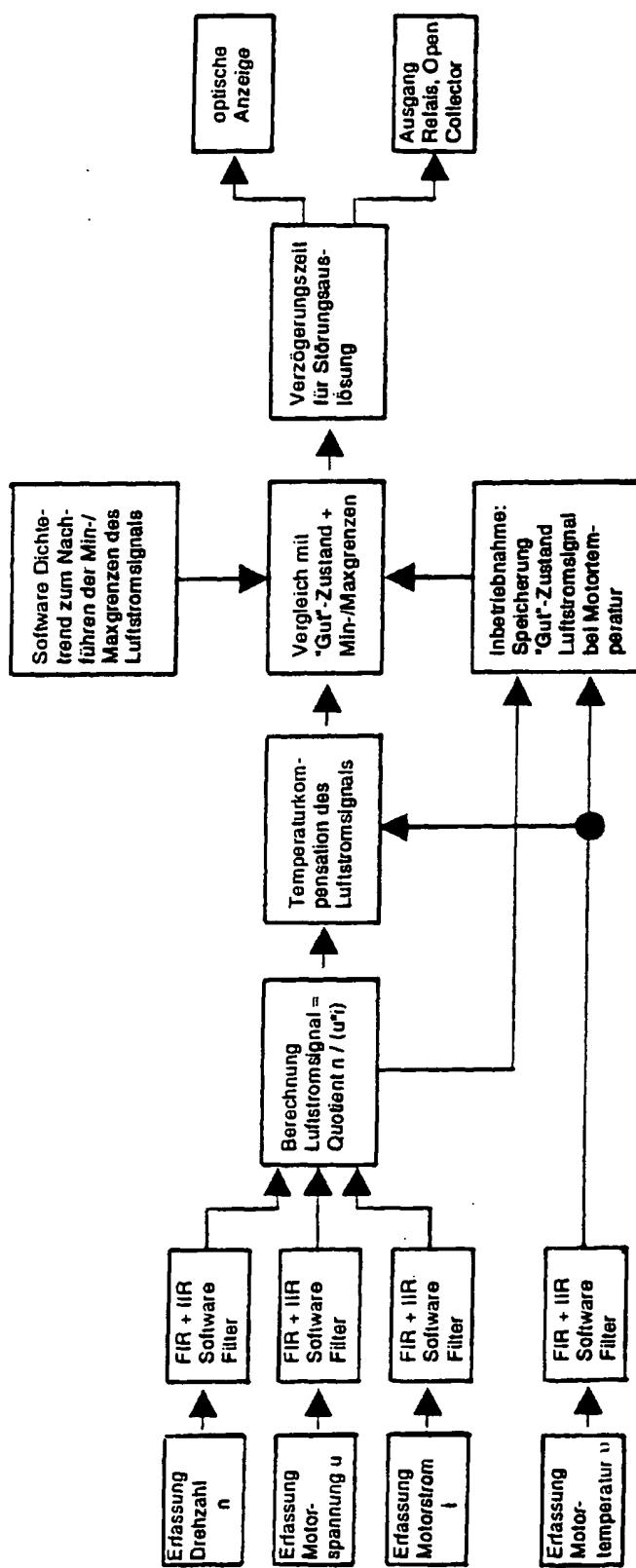


Fig. 5

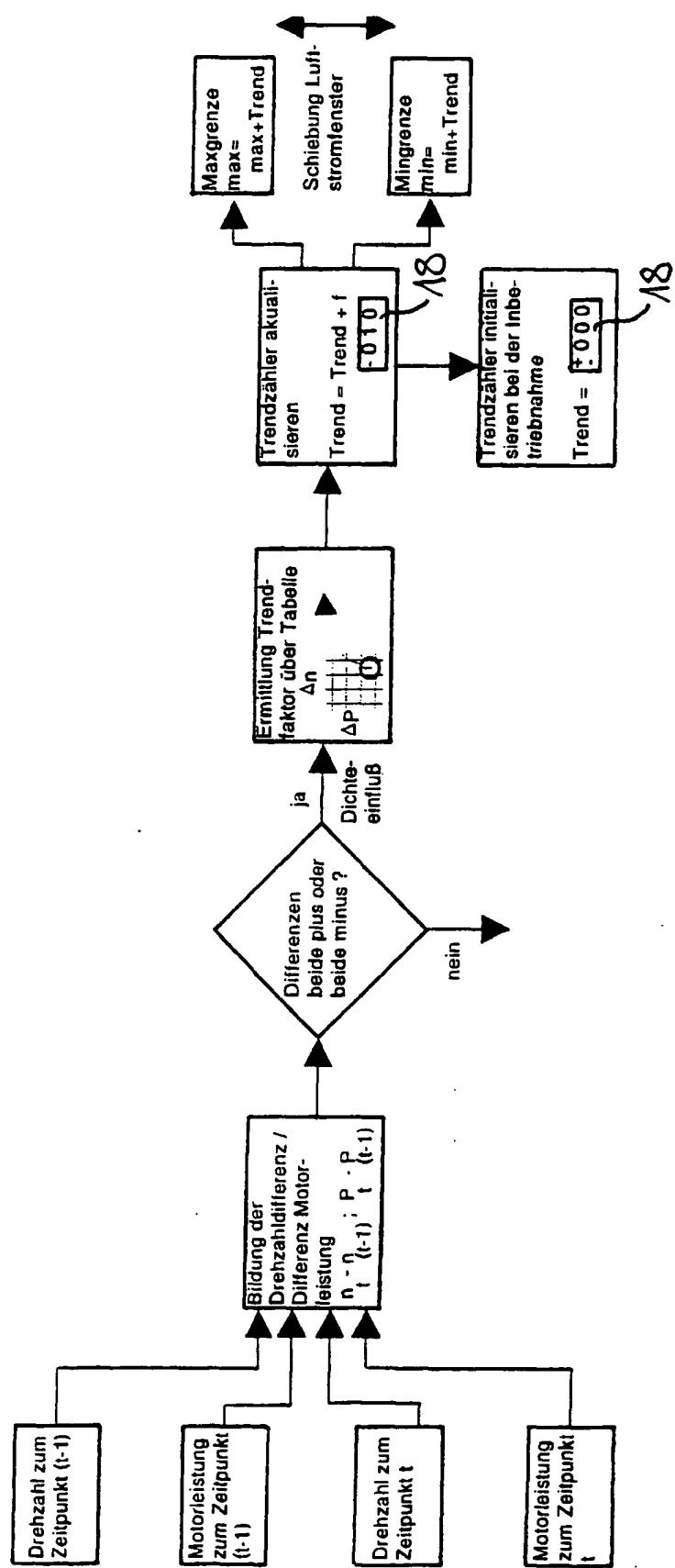


Fig. 6

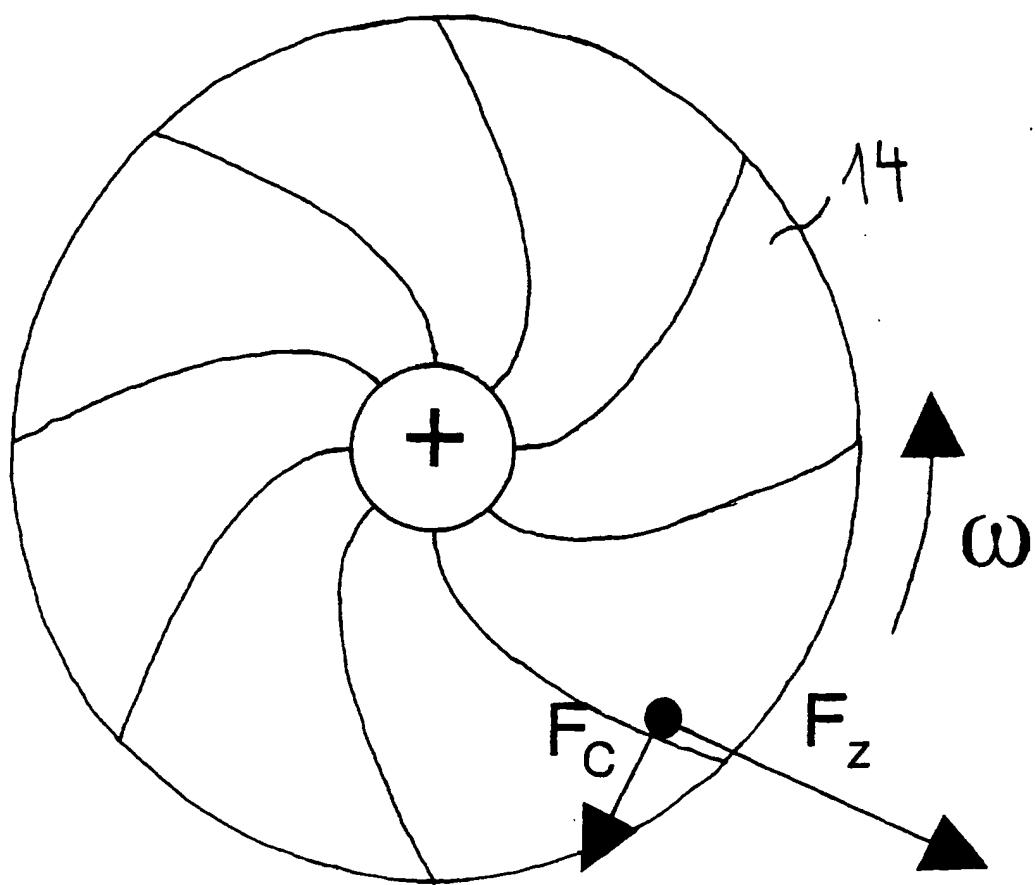


Fig. 7